

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **09-029503**

(43)Date of publication of application : **04.02.1997**

(51)Int.Cl.

B23B 1/00

B23B 5/08

B23B 25/00

B23Q 11/00

G03G 15/10

(21)Application number : **07-205170**

(71)Applicant : **CANON INC**

(22)Date of filing : **19.07.1995**

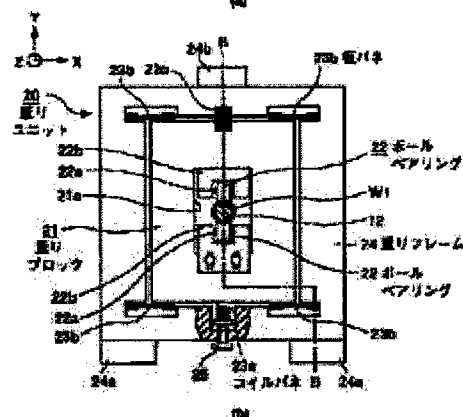
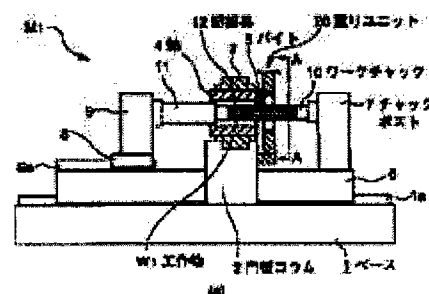
(72)Inventor : **YOKOMATSU TAKAO**

(54) METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING LONG OBJECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent chatter vibration when a long object is processed.

SOLUTION: Both end of an object to be processed W1 are held by work chucks 10 and 11 and outer diameter of the object to be processed W1 is cut by a cutting tool 5 turned by rotation of a main shaft 4. Adjacent portion of a processing point of the object to be processed W1 is held between a pair of ball bearings 22 coupled with an overlapping block 21 of an overlapping unit 20 and the overlapping block 21 is resiliently supported by a coil spring 23a, whereby resonant frequency of the object to be processed W1 is reduced.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-29503

(43) 公開日 平成9年(1997)2月4日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 B 1/00			B 2 3 B 1/00	Z
5/08			5/08	
25/00			25/00	Z
B 2 3 Q 11/00			B 2 3 Q 11/00	A
G 0 3 G 15/10	1 1 2	7820-2C	G 0 3 G 15/10	1 1 2
審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-205170

(22) 出願日 平成7年(1995)7月19日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 横松 孝夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

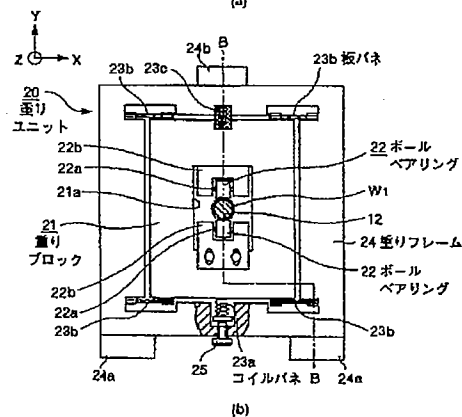
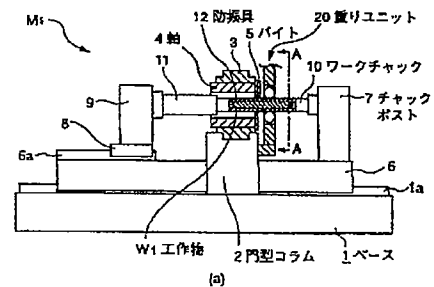
(74) 代理人 弁理士 阪本 善朗

(54) 【発明の名称】 長尺物の加工方法および加工装置

(57) 【要約】

【目的】 長尺物を加工する時のビビリ振動を防ぐ。

【構成】 工作物W₁の両端をワークチャック10、11によって保持し、主軸4の回転によって旋回するバイト5によって工作物W₁の外径切削を行なう。工作物W₁の加工点の近傍を、重りユニット20の重りブロック21に結合された一対のボールベアリング22の間に挟持し、重りブロック21をコイルバネ23aによって弾力的に支持することで、工作物W₁の共振周波数を低下させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一对の保持手段によって工作物を保持し、これを、両保持手段の間に配設された加工手段によって加工する工程を有し、重りに結合された挟持手段によって前記工作物を挟持するとともに前記重りを弾力的に支持することで、前記工作物の共振周波数を所定の値に低減した状態で加工することを特徴とする長尺物の加工方法。

【請求項2】 工作物の内部に防振具を充填することを特徴とする請求項1記載の長尺物の加工方法。

【請求項3】 工作物が長尺の円筒体であることを特徴とする請求項1または2記載の長尺物の加工方法。

【請求項4】 一对の保持手段と、両者の間に配設された加工手段と、前記一对の保持手段によって保持された工作物を挟持するための挟持手段と、該挟持手段に結合された重りと、該重りを弾力的に支持する弾性支持手段を有する加工装置。

【請求項5】 挟持手段が、工作物の送り方向と直交する軸のまわりに回転自在である少なくとも1個の回転部材を有することを特徴とする請求項4記載の加工装置。

【請求項6】 加工手段が、工作物のまわりを旋回する少なくとも1個のバイトを有することを特徴とする請求項4または5記載の加工装置。

【請求項7】 重りが貫通口を有し、該貫通口に挟持手段が配設されていることを特徴とする請求項4ないし6いずれか1項記載の加工装置。

【請求項8】 弾性支持手段が重りの一端を支持し、該重りの他端にその振動を吸収する防振手段が設けられていることを特徴とする請求項4ないし7いずれか1項記載の加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子写真用の現像スリーブ等の長尺物の外表面等を高い形状精度で仕上げ加工する場合等に好適な長尺物の加工方法および加工装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子写真用の現像スリーブ等の薄肉でしかも長尺である工作物を加工する場合には、加工中の工作物が切削抵抗等によってビビリ振動等を発生しやすいため、これを抑制するための振動抑制装置が必要である。特に、現像スリーブ等はその外表面に高い形状精度（真直度、真円度および表面粗さ等）を要求されるものであり、加工中の工作物がビビリ振動等を発生すると、必要とする形状精度を得ることができない。

【0003】しかも工作物としての現像スリーブの本体は、長尺であるうえに薄肉の円筒体であり従って共振周波数が小さいために極めて振動が発生しやすい傾向がある。

【0004】図4は、このような円筒体である工作物W

0の円筒面を、中空軸に保持されて旋回するバイトによって切削する切削装置Moを示すもので、これは、ベース101と一体である門型コラム102に支持された軸受103と、該軸受103に回転自在に支持され図示しないモータによって回転される中空の主軸104と、これに保持されたバイト105と、ベース101と一体であるベースガイド101aに沿って往復移動自在である送りスライド106と、これに立設された固定側チャックポスト107と、送りスライド106上を送りスライドガイド106aに沿って往復移動自在であるチャック開閉スライド108と、これに立設された可動側チャックポスト109と、それぞれ固定側チャックポスト107と可動側チャックポスト109に支持された固定側と可動側のワークチャック110、111を有する。

【0005】中空の主軸104に保持されたバイト105は、両ワークチャック110、111によって保持された工作物Woのまわりを旋回することで工作物Woの外周面を切削する。工作物Woの送りは、図示しない駆動装置によって、門型コラム102の開口を貫通する送りスライド106をベースガイド101aに沿って移動させることによって行なわれる。

【0006】工作物Woの外周面の切削が完了したら、送りスライド106と一体である送りスライドガイド106aに沿ってチャック開閉スライド108を図示しない駆動装置によって移動させ、これによって可動側のワークチャック111を後退させることで加工済みの工作物Woを開放し、図示しないハンド等によって搬出する。

【0007】このような加工工程において、工作物Woは前述のように長尺でしかも薄肉の円筒体であり、その両端をワークチャック110、111によって把持されているのみであるために加工中にビビリ振動を発生しやすい。そこで、工作物Woの内部に防振具112を挿入していわゆるマสดンバの効果によって工作物Woの動剛性を強化し、ビビリ振動を防ぐ工夫がなされている。

【0008】なお、防振具112としては、薄肉円筒状のゴム部材に複数の重りを詰めたものが用いられるのが一般的である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術によれば、主軸の回転数が10,000rpm程度であれば工作物内に重りを詰めるだけで充分な防振効果を得ることができるが、加工速度を速くするために主軸の回転数を増やすと外乱周波数が工作物の共通周波数に近づいてビビリ振動が発生する。また、加工サイクルタイムを短縮するために工作物の送りを多くした場合も、外乱周波数は同じであっても切削抵抗が増大するためにやはり振動しやすくなる。工作物の加工中にこのような振動があると表面粗さが増大し、必要な形状精度を得ることができない。

【0010】例えば、外径が12mm、肉厚が1mmの工作物の場合に従来例の切削装置によって防振具を詰めて切削したときのコンプライアンス（変位／力）の周波数特性は図3の曲線（a）で示すとおりである。従って、この工作物を現行の主軸回転数10,000rpmで切削加工すると外乱周波数が167Hzであり、このときのコンプライアンスは曲線（a）のほぼフラットな領域にあるためビビリ振動は発生しない。ところが、主軸の回転数が増加して外乱周波数が200Hz付近になると共振点a₁に近づくためにビビリ振動を発生する。

【0011】このように、工作物の中に防振具を詰めるだけでは、加工速度を速くして加工サイクルを短縮し現像スリブ等の生産性を向上させることはできない。単に工作物の振動を抑制することのみを目的とする場合は工作物の加工点の近傍を剛に支持すれば事足りる。しかしながら、工作物を剛に支持して加工を行なうと、工作物にわずかでも曲がりがある場合には、工作物を過度に拘束し加工点の近傍を弾性変形させながら加工する結果となり、加工後の工作物の真直度が大きく損われるおそれがある。従って、工作物を剛に支持した状態で加工すると必要な形状精度を得ることはできない。

【0012】本発明は上記従来技術の有する問題点を鑑みてなされたものであり、加工中の工作物のビビリ振動等を防ぎ、長尺で形状精度の高い工作物を高速加工することのできる長尺物の加工方法および加工装置を提供することを目的とするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明の長尺物の加工方法は、一对の保持手段によって工作物を保持し、これを、両保持手段の間に配設された加工手段によって加工する工程を有し、重りに結合された挟持手段によって前記工作物を挟持するとともに前記重りを弾力的に支持することで、前記工作物の共振周波数を所定の値に低減した状態で加工することを特徴とする。

【0014】工作物の内部に防振具を充填するとよい。

【0015】工作物が長尺の円筒体であるとよい。

【0016】本発明の加工装置は、一对の保持手段と、両者の間に配設された加工手段と、前記一对の保持手段によって保持された工作物を挟持するための挟持手段と、該挟持手段に結合された重りと、該重りを弾力的に支持する弾性支持手段を有することを特徴とする。

【0017】挟持手段が、工作物の送り方向と直交する軸のまわりに回転自在である少なくとも1個の回転部材を有するとよい。

【0018】加工手段が、工作物のまわりを旋回する少なくとも1個のバイトを有するとよい。

【0019】重りが貫通口を有し、該貫通口に挟持手段が配設されているとよい。

【0020】弾性支持手段が重りの一端を支持し、該重

りの他端にその振動を吸収する防振手段が設けられているとよい。

【0021】

【作用】一对の保持手段によって長尺の工作物を保持し、両保持手段の間に配設された加工手段によって工作物の外表面等を加工する場合には、加工手段の切削抵抗等によって加工中の工作物がビビリ振動等を発生しやすい。そこで、重りに結合された挟持手段によって工作物の加工点近傍を挟持するとともに、前記重りを弾力的に支持することで、工作物を過度に拘束することなくその動剛性を強化し、加工手段の切削抵抗等による外乱周波数より工作物の共振周波数の方が低くなるように設定して加工中のビビリ振動の発生を防ぐ。

【0022】このように、弾力的に支持された重りによって工作物の動剛性を強化し共振周波数を低くすれば、加工手段の加工速度を上げて外乱周波数を高くした場合でも、加工手段の切削抵抗等によって工作物にビビリ振動等を発生するおそれがない。また、重りが弾力的に支持されているために、工作物が重りによって過度に拘束されることなく、例えば工作物に曲がり等があっても重りが弾力的に移動してこれに追従するため、工作物が弾性変形した状態で加工されるのを回避できる。

【0023】従って、形状精度の高い工作物であっても加工速度を上げて工作物の加工サイクルタイムを短縮し、生産性を大きく向上できる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0025】図1は一実施例による切削装置M₁を示すもので、(a)はその一部断面模式側面図、(b)は(a)のA-A線からみた部分模式立面図である。切削装置M₁は、図1の(a)に示すように、ベース1と一体である門型コラム2に支持された軸受3と、該軸受3に回転自在に支持され図示しないモータによって回転される中空の主軸4と、これに保持された加工手段であるバイト5と、ベース1と一体であるベースガイド1aに沿って往復移動自在である送りスライダ6と、これに立設された固定側のチャックポスト7と、送りスライダ6上を送りスライダガイド6aに沿って往復移動自在であるチャック開閉スライダ8と、これに立設された可動側のチャックポスト9と、それぞれ固定側のチャックポスト7と可動側のチャックポスト9に支持された保持手段である固定側と可動側のワークチャック10、11を有する。

【0026】中空の主軸4に保持されたバイト5は、両ワークチャック10、11によって保持された工作物W₁のまわりを旋回することで工作物W₁の外周面を切削し、工作物W₁の送りは、図示しない駆動装置によって、門型コラム2の開口を貫通する送りスライダ6をベースガイド1aに沿って移動させることによって行なわ

れる。

【0027】工作物W₁の外周面の切削が完了したら、送りスライダ6と一体である送りスライダガイド6aに沿ってチャック開閉スライダ8を図示しない駆動装置によって移動させ、これによって可動側のワークチャック11を後退させることで加工済みの工作物W₁を開放し、図示しないハンド等によって搬出する。

【0028】このような加工工程において、工作物W₁は長尺でしかも薄肉の円筒体であり、その両端をワークチャック10、11によって把持されているのみであるために加工中にビビリ振動を発生しやすい。そこで、工作物W₁の内部に防振具12を挿入していわゆるマダンパの効果によって工作物W₁の動剛性を強化し、ビビリ振動を防ぐ工夫がなされている。

【0029】なお、防振具12としては、薄肉円筒状のゴム部材に複数の重りを詰めたものが用いられるのが一般的である。

【0030】工作物W₁の内部に防振具12を挿入しただけでは、主軸4の回転数を上げたときにバイト5の切削抵抗による外乱周波数が工作物W₁の共振周波数に近づいてビビリ振動を発生するのを回避できない。そこで、バイト5の近傍において工作物W₁に重りを付加し、該重りの慣性によって工作物W₁の動剛性を強化して共振周波数を高くするための重りユニット20を配設する。

【0031】重りユニット20は、図1の(b)に示すように貫通口21aを備えた重りである重りブロック21を有し、該重りブロック21は貫通口21a内で工作物W₁を上下方向から挟持する挟持手段である一対の回転部材であるボールベアリング22を支持している。重りブロック21の下端中央部は弾性支持手段であるコイルバネ23aを介して重りフレーム24に支持され、重りブロック21の下端両側部および上端両側部はそれぞれ板バネ23bを介して重りフレーム24に結合され、さらに、重りブロック21の上端中央部は防振手段である粘弾性体23cを介して重りフレーム24に結合される。

【0032】重りフレーム24はその下端に設けられた足部24aを門型コラム2に固定され、頂部に設けられた支持部材24bは、図3に示すように軸受3と一体的に設けられる。

【0033】このように、重りユニット20は、工作物W₁をバイト5の近傍でボールベアリング22の間に挟持することによって重りブロック21の重さを付加し、これによって工作物W₁の動剛性を強化する。例えば、工作物W₁が外径12mmのA1製の円筒体であれば、これを外径10mmのボールベアリング22で挟んで重りを付加する。ボールベアリング22はφmm3程度のベアリングシャフト22aに回転自在に支持され、工作物W₁の送りを妨げないようにこれを挟持する。

【0034】ベアリングシャフト22aはそれぞれ軸固定部材22bの穴に圧入され固定され、両軸固定部材22bは重りブロック21にそれぞれボルト固定されている。下方の軸固定部材22bのボルト穴は長穴であり、上下方向の位置を調整することができる。工作物W₁の直径は個々に或いは場所により異なるため、寸法精度の下限値よりもボールベアリング22の隙間を20μm前後小さく設定し、工作物W₁とボールベアリング22の間に隙間がないようにする。例えば、工作物W₁の寸法精度がφ12mm±20μmであれば、ベアリング隙間を11.96mmとする。工作物W₁のつぶし代が大きいと送り抵抗が大きくなり、つぶし代が小さすぎると工作物W₁と重りブロック21の動きが一体でなくなり、防振効果が得られない。隙間調整は、ボールベアリング22の間に所定の厚さのブロックゲージをはさみ、軸固定部材22bをブロックゲージに押し当てて行なう。

【0035】重りブロック21は前述のように上下左右4枚の板ばね23bによって、上下に柔らかく、水平面内に固く固定されている。各板ばね23bの一端は板ばね抑えに挟まれて重りブロック21にボルト締結されている。また、各板ばね23bの他端は板ばね抑えに挟まれて重りフレーム24にボルト締結されている。各板ばね23bの上下剛性は、工作物W₁を挟持した状態での工作物W₁の最も弱い位置での上下剛性よりかなり弱く設定する。現像スリーブを製造する場合の工作物W₁は未加工状態での真直度が数十μmである。これを挟持した際に上下に曲がってセッティングされると、板ばね23bの上下剛性が大きい場合には加工時に工作物W₁の曲がりに重りブロック21が追従せず、工作物W₁を弾性変形させた状態で加工するため、加工後の工作物W₁の真直度が悪くなる。真直度の要求精度にもよるが、例えば工作物W₁の中央での剛性が0.2N/μmであればトータルの板ばね剛性をその1/20すなわち0.01N/μm程度にしておく。

【0036】重りブロック21の左右方向の支持剛性は十分高くすべきである。工作物W₁に左右方向の切削抵抗が加わった場合、ボールベアリング22と工作物W₁の間に静止摩擦力が作用するまでの力は重りブロック21を介して各板ばね23bが受けるからである。従って、ボールベアリング22のような剛体でなければ、工作物W₁の左右支持剛性を高められない。例えば、切削抵抗を数Nとし、目標表面粗さをサブμmとすれば10N/μm以上の剛性が必要である。なお、ボールベアリング22の替わりに、ボールやローラによる転がりスライダ、あるいは、摩擦のない静圧軸受等も使用できる。

【0037】重りブロック21の重さは、工作物W₁を挟持した状態で、工作物W₁の共振点が外乱周波数より十分低くなるように設定する。工作物W₁を挟持した状態での工作物の共振点は工作物W₁の位置により変化する。最も剛性が高いのは短い方のワークチャック10側

である。バネ、マス系の共振周波数を求める式 $f = (k/m)^{0.5} / (2\pi)$ に、この部分での剛性と、目標とする周波数を入れて必要な重さを決定する。外乱周波数が最低167Hz（主軸回転数が10,000rpm）とすると、少なくともその1/2の80Hz以下を目標とし、工作物W₁の最も高い部分の剛性が0.5N/μmであれば0.5kg程度の重りが必要である。これにより、80Hzの共振ピークが現れるがそれ以上の周波数では重りの慣性により動剛性が高く外乱に対して振動しにくくなる。

【0038】共振点より外乱周波数が高ければ共振は起りにくい、全く振動しないわけではないため、この周波数でのバイト5の軌跡が工作物W₁の表面粗さとして現れる。従って、粗さの規格が厳しい場合は問題になることがある。

【0039】そこで、重りブロック21と重りフレーム24を粘弾性体23cで結合することで、振動振幅を下げて表面粗さを向上させる。粘弾性体23cは剛性が小さく減衰効果の高い材質が望ましい。例えば、重りブロック21と重りフレーム24の隙間が2mm程度の場合、厚さ2mm、幅10mm程度で硬度60°前後の無反発ゴムを用いる。これにより、80Hzの振動のピークレベルをその1/10程度に抑えることが可能で、表面粗さを約1/2にすることができる。また、粘弾性体23cの上下方向剛性は各板ばね23bと同レベルであるため、工作物W₁の真直度を劣化させることもない。

【0040】重りブロック21の自重は、コイルバネ23aとそのばね受けを介して調節ねじ25で支えられている。重りブロック21が柔に支持される方向は垂直でも水平でもよいが、重りユニット20を切削装置M₁に装着する際、ボールベアリング22間の中央と主軸4の軸芯の位置をある程度合わせる必要があり、そのためには重りブロックが重力方向に柔らかいばねで支持されて、そのバランス位置を調節ねじ25で調整するこの方法が最も簡単である。

【0041】すなわち、重りユニット20をセットする際、重りブロック21は各板ばね23bと粘弾性体23cとコイルバネ23aが並列に結合された状態の剛性で支持され、重りブロック21の重さと総合ばね剛性が釣り合った位置で停止する。並列結合状態での剛性が大きいと前述のように加工後の工作物W₁の真直度を劣化させるので、粘弾性体23cもコイルバネ23aも板ばね23bと同じ0.01N/μm程度にしておく。この状態でのボールベアリング22間の中央位置と主軸4の軸芯とのズレをなくするため調節ねじ25を回転させ重りブロック21全体を上下させる。基準は重りブロック20をセットしない場合の工作物保持状態であり、ベース基準で工作物上面の上下方向位置をハイトゲージ等で測定しておき、重りユニット20をセットした際に、工作物W₁が所定の位置になるよう調節ねじ25でアライメン

トする。左右方向のボールベアリング22に対する位置合わせは振動特性、加工精度にほとんど影響しないため位置合わせはラフでよい。

【0042】以上の構成によって、工作物W₁はボールベアリング22により加工送り方向（Z軸方向）には拘束されることなく、上下方向（Y軸方向）には各板ばね23b等による弱いばね力と重りブロック21の重さが付加されて共振周波数が加工時の外乱周波数よりかなり低下し、横方向（X軸方向）はボールベアリング22との摩擦を介して各板ばね22bの伸び方向の強い剛性が得られる。その結果、工作物W₁の円周方向の全方向に高い動剛性が得られ切削抵抗に対して振動しにくくなる。

【0043】防振具12の重量が重りブロック21と同等であればかなり動剛性の向上が望めるが、例えば、工作物W₁の長さが250mm程度ありしかも曲げ剛性が低く0.5kgの重量があると、工作物中央では約100μmたわむため、加工後の真直度が非常に劣化する。このため真直度の規格とのかねあいで防振具12の重量は約0.05kgに設定する。このときの伝達特性が図3の曲線（a）に示すものと同じであり、340Hz付近に共振点a₁があるため、現行の主軸回転数10,000rpm以上に高速化して生産性を向上させるためには重りユニット20を付加しなければならない。

【0044】工作物W₁はワークチャック10,11により主軸4の軸芯にアライメントされている。ボールベアリング22による工作物W₁の挟持位置とバイト5の加工点の送り方向の距離は短いほうが切削抵抗に対する振動抑制効果が高いが、加工点にオイルミストをかけ、切り粉を排出するスペースが必要であるため、重りユニット20の挟持位置はバイト5の加工点から30mm程度離れたところに設ける。

【0045】バイト5はダイヤモンドバイトでありこれを主軸4に取り付けて回転させ、工作物W₁を送りスライダ6によって右から左方向に送れば工作物W₁の外径切削ができる。このように重りユニット20を装着した状態で切削加工したときの工作物中央における上下方向の伝達特性が図3の曲線（b）で示されている。現行の外乱周波数167Hzにおいて、曲線（a）の特性よりコンプライアンスが20dB程度小さくなり同じ外乱に対して10倍振動しにくくなる。これにより高い周波数では曲線（a）のような顕著なピークはなく、ほぼフラットな特性で曲線（a）の場合の静剛性に対して約3倍の剛性が得られている。従って、主軸4の回転数をかなり高くしてもビビリ振動は起きない、例えば、主軸回転数を20,000rpmとし、1回転当たりの送りを従来の0.1mm/revで加工すると、バイト先端と送りから決まる理論表面粗さに近い値を得ることができる。また、剛性に余裕があるため、1回転当たりの送りを1.5倍程度増やしても基準内の表面粗さが得られ

る。その結果、加工サイクルタイムを従来の1/3に短縮できる。主軸4の回転数をさらに上げれば、加工時間もより一層短縮可能である。従って、決まった量を生産する際、必要な加工機の台数が減るとともに装置を管理する人員も削減できる。その結果、現像スリーブ等の加工コストを大幅に低減できる。

【0046】本実施例においては、一対のボールベアリングが重りブロックに結合されているが、重りブロックに付いているボールベアリングは1個で、工作物の反対側から単に予圧をかける構成でもよい。また、工作物の送りが鉛直方向であるような外径切削機で、重りユニットが水平面に配置されても振動抑制効果は変わらない。さらに、上記の具体例は現像スリーブの円筒体の外径切削の例であるが、長尺ものの端面フライス加工等でも、同様な構成の重りユニットを付加することで、高速加工時のビビリ振動を抑制できる。ただしこの場合には、工作物の軸方向への移動を自在に支持する機構は必要でない。

【0047】

【発明の効果】本発明は上述のように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0048】加工中の工作物のビビリ振動等を防ぎ、現像スリーブ等の長尺で形状精度の高い工作物を高速加工することができる。これによって、現像スリーブ等の加工サイクルタイムを短縮し、生産性を大きく向上でき

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例による切削装置を示すもので、(a)はその一部断面模式側面図、(b)は(a)のA-A線から見た部分模式立面図である。

【図2】図1の(b)のB-B線に沿ってとった模式部分断面図である。

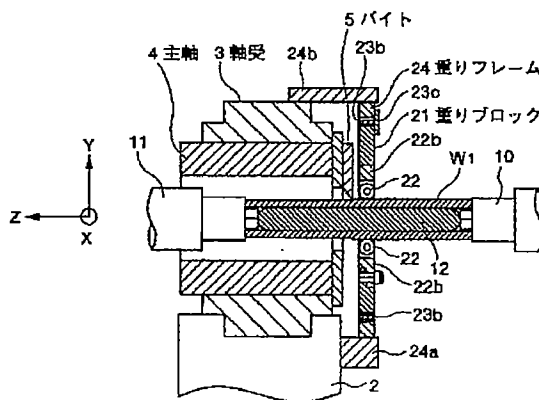
【図3】工作物のコンプライアンスの周波数特性を示すグラフである。

10 【図4】一従来例を示す一部断面模式立面図である。

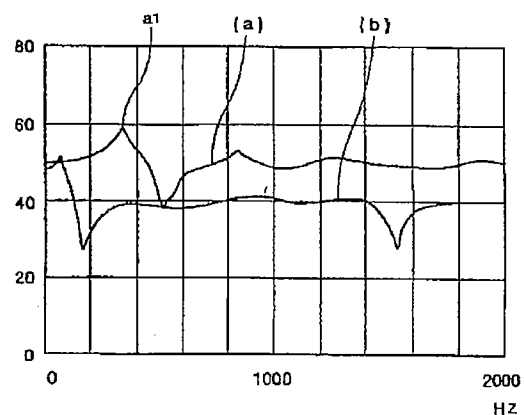
【符号の説明】

- 1 ベース
- 2 門型コラム
- 4 主軸
- 5 バイト
- 10, 11 ワークチャック
- 20 重りユニット
- 21 重りブロック
- 22 ボールベアリング
- 23 a コイルバネ
- 23 b 板バネ
- 23 c 粘弾性体
- 24 重りフレーム
- 25 調節ねじ

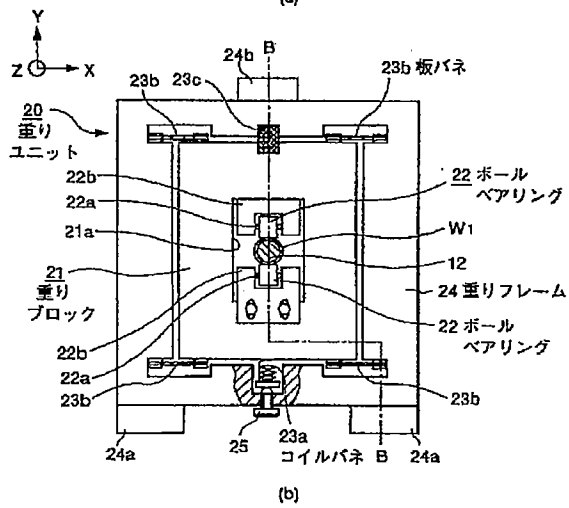
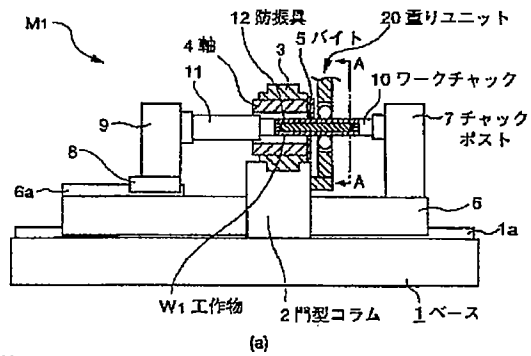
【図2】



【図3】



【図1】



【図4】

